

正常児の調音発達：パラトグラフによる視察

著者	中原 寛子
雑誌名	東北大学歯学雑誌
巻	2
号	2
ページ	93-111
発行年	1983-12-25
URL	http://hdl.handle.net/10097/31116

正 常 児 の 調 音 発 達

—パラトグラフによる観察—

中 原 寛 子

東北大学歯学部口腔外科学第二講座

(主任: 手島貞一教授)

(昭和 58 年 10 月 31 日受付)

The Process of Speech Acquirement in Children

—Observations Using Palatography—

Hiroko Nakahara

Second Department of Oral Surgery, Tohoku University

School of Dentistry, Sendai

(Chief: Prof. Teiichi Teshima)

内容要旨: パラトグラム, 聴覚印象および口腔形態計測によって, 正常児の調音発達過程でみられる特徴を観察し, さらに第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態変化と調音発達との関係を統計学的に検討した。

発語明瞭度の成長変化は, 3 歳前期から 4 歳後期にかけて著しい上昇を示し, その後 7 歳後期までは上昇がやや緩慢となり, 7 歳後期から 8 歳後期までは上昇がみられなかった。

パラトグラムの型を 2 系 8 型に分類し, さらに標準型と変異型の区別を行なった。第一大臼歯萌出終了直後は /tʃa/, /na/ および /ki/, 前歯交換終了直後は /sa/, /za/ および /ʃa/ の標準型の割合が大きく増加した。

パラトグラム各型の音別明瞭度は, 各型内において成長に伴い上昇がみられた。また標準型に比較して同じ音節の変異型の方が音別明瞭度の高い場合が多く, 低年齢程それが著しかった。

第一大臼歯萌出に伴ってみられた口腔形態の変化は, 上顎口腔長径, 上顎口腔幅径, 上顎歯列弓概形および S 状隆起の形状において著しく, パラトグラムおよび音別明瞭度の変化との関りが, それぞれみられた。

前歯交換に伴ってみられた口腔形態の変化は, 上顎口腔長径, 上顎口腔高径, 上顎口腔前部幅径, S 状隆起の位置および overjet において著しく, パラトグラムおよび音別明瞭度の変化との関りが, それぞれみられた。

目 次

緒言		II 第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態の変化とパラトグラムおよび聴覚印象との関係
方法	I 調査対象児および資料	
	II 口腔の 3 次元的形態の計測	
	III パラトグラムの観察	考察
	IV 聴覚印象の観察	結論
結果	I 成長に伴う聴覚印象およびパラトグラムの変化	文献

緒 言

小児の調音発達に関する研究は、発達心理学の分野において数多くみられる¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。しかし、いずれも聴覚印象による評価を主としており、さらに調音器官の成長変化との関連を報告しているものは皆無である。一方、医学、歯学の分野においては、わずかに東(1966)⁵⁾がレ線と音響分析法を用いて声道の成長変化と小児の語音の特徴を、伊藤ら(1977)⁶⁾(1978)⁷⁾が平行光線とパラトグラフを用いて口蓋形態の成長変化と小児の舌の調音の特徴を報告しているのみである。いずれも、調音器官の成長変化を主としており調音の評価も客観的ではあるものの、成人に対する小児の調音の特徴を調査したものであって小児の調音発達を調査したものではない。

ところで舌は、口蓋との接触によって調音上の基本的形態である狭め(即ち、狭い空間域である「正中溝」)⁸⁾および閉鎖を形成する。従って、口蓋における舌の接触状態を示すパラトグラムを観察することによって、舌の調音運動をより具体的かつ客観的に把握することができる⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。同時に、舌と相対して調音に関与する上顎口腔の形態との関係をも調査することが可能である¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾。

そこで本研究は、パラトグラフを主に利用し、同時に聴覚印象をより客観的に表現するための発語および音別明瞭度¹⁵⁾¹⁶⁾を用いて、小児の調音発達過程でみられる特徴を観察した。あわせて調音器官としての口腔形態の成長変化をも調査し、特にその変化の大きい第一大臼歯萌出および前歯交換に着目して、調音発達途上の口腔形態変化と調音発達との関係を統計学的に検討した。

方 法

I 調査対象児および資料(表1)

調査対象児は、仙台市内の保育園および小学校の2施設に在園、在校する3歳2ヶ月から9歳0ヶ月までの正常児131名(男児27名・女児104名)である。その選択基準は、1)吃音および側音化構音等の言語障害や聴覚障害、2)開口等の咬合異常や義歯等の口腔内装着物、を有さない者とした。

昭和55年8月から昭和58年3月までの間に半年以上の間隔をおいて対象児1名につき1回から5回の資料を採得し、のべ235名分の資料を得た。これら235名

分の資料を用いて発語明瞭度の年齢変化(図4)を調査した。さらに歯列に大きな空隙を有する1)歯の萌出や交換途上の時期にある資料、2)カリエス等による1/3以上の実質欠損歯のみられる資料、を除いた135名分の資料により本研究の調査を行なった。この135名分の資料は、前述の235名分の資料による発語明瞭度の成長変化とHellmanの歯牙年齢¹⁷⁾を参考に、以下の2期8群に分類した(表1)。なお歯牙年齢は、上顎の歯の萌出状態からのみ判定した。

IIA期: Hellmanの歯牙年齢IIA期にある群である。調音発達の著しい時期であるところから、6群に分類し、以下IIA3a, IIA3b, IIA4a, IIA4b, IIA5aおよびIIA5bと表わす(前期をa, 後期をbとする)。IIA3aからIIA5aまでは、年齢の区分範囲を6ヶ月とした。IIA5bは年齢の区分範囲を12ヶ月としたが、235名分の資料による発語明瞭度の成長変化において差異($p \leq 0.10$)のみられた5歳前期(5a)と5歳後期(5b)の間を越えない範囲でまとめた。IIA3aからIIA4bまでのすべてと、IIA5aおよびIIA5bの一部までは、縦断的資料となっている。

なおIIA5bは第一大臼歯萌出直前の群とする。

IIIA期: Hellmanの歯牙年齢IIIA期にある群で、2群に分類した。欠損の認められない乳歯列に萌出のほぼ完了した左右第一大臼歯が加わった群をIIIA6b、欠損の認められない乳歯側方歯群に萌出の完了した左右第一大臼歯および永久中・側切歯が加わった群をIIIA8aとした。両群共に、235名分の資料による発語明瞭度の成長変化において差異($p \leq 0.05$)のみられた7歳前期(7a)と7歳後期(7b)の間を越えない範囲でまとめた。

なおIIIA6bは第一大臼歯萌出終了直後および前歯

表1 調査対象資料の構成

群 名	年齢の範囲	平均年齢	男児数	女児数	計
IIA 3a	3; 0~3; 5	3; 4	2	3	5
IIA 3b	3; 6~3; 11	3; 8	4	6	10
IIA 4a	4; 0~4; 5	4; 2	4	6	10
IIA 4b	4; 6~4; 11	4; 8	4	6	10
IIA 5a	5; 0~5; 5	5; 3	10	12	22
IIA 5b	5; 6~6; 5	5; 11	20	32	52
IIIA 6b	6; 0~7; 5	6; 7	10	6	16
IIIA 8a	7; 6~8; 11	8; 4	0	10	10

年齢: 歳; 月

交換直前の群とし, IIIA8a は前歯交換終了直後の群とする。

II 口腔の3次元的形態の計測 (図1)

対象児の上・下顎の印象を採得し, 口腔石膏模型を作製した。さらに著者らの考案した基準平面設定器およびモアレ縞結像撮影装置¹⁸⁾ を使って上顎模型の規格写真を撮影し, 計測に用いた。この時の撮影基準点は左右の最後臼歯口蓋側歯頸部最下点および右側中切歯口蓋側歯頸部最下点の3点とし, 等高線の間隔は0.7 mm とした。

基準点および基準線は, すべて規格写真上の点および線である。

点 a : 上顎左右中切歯切縁を結んだ曲線上にあり, 両歯の接触点に最も近い点。

点 c : 上顎乳犬歯の尖頭頂の点で, 右側を点 cr, 左

側を点 cl とする。

点 P : 上顎第二乳臼歯の近心頬側咬頭頂と遠心口蓋側咬頭頂を通る直線が, 同歯の口蓋側歯頸線と交わる点で, 右側を点 pr, 左側を点 pl とする。

点 i : 上顎最後臼歯の近心口蓋側咬頭頂で, 右側を点 ir, 左側を点 il とする。

点 o : 上顎最後臼歯の遠心頬側咬頭頂で, 右側を点 or, 左側を点 ol とする。

点 h : 鉤突起切痕の最後点で, 右側を点 hr, 左側を点 hl とする。

線 C : 点 cr と点 cl を通る直線。

線 O : 点 or と点 ol を通る直線。

線 P : 点 pr と点 pl を通る直線。

線 H : 点 hr と点 hl を通る直線。

線 M : 点 mr と点 ml を結ぶ線分の中点と, 点 a とを通る直線。

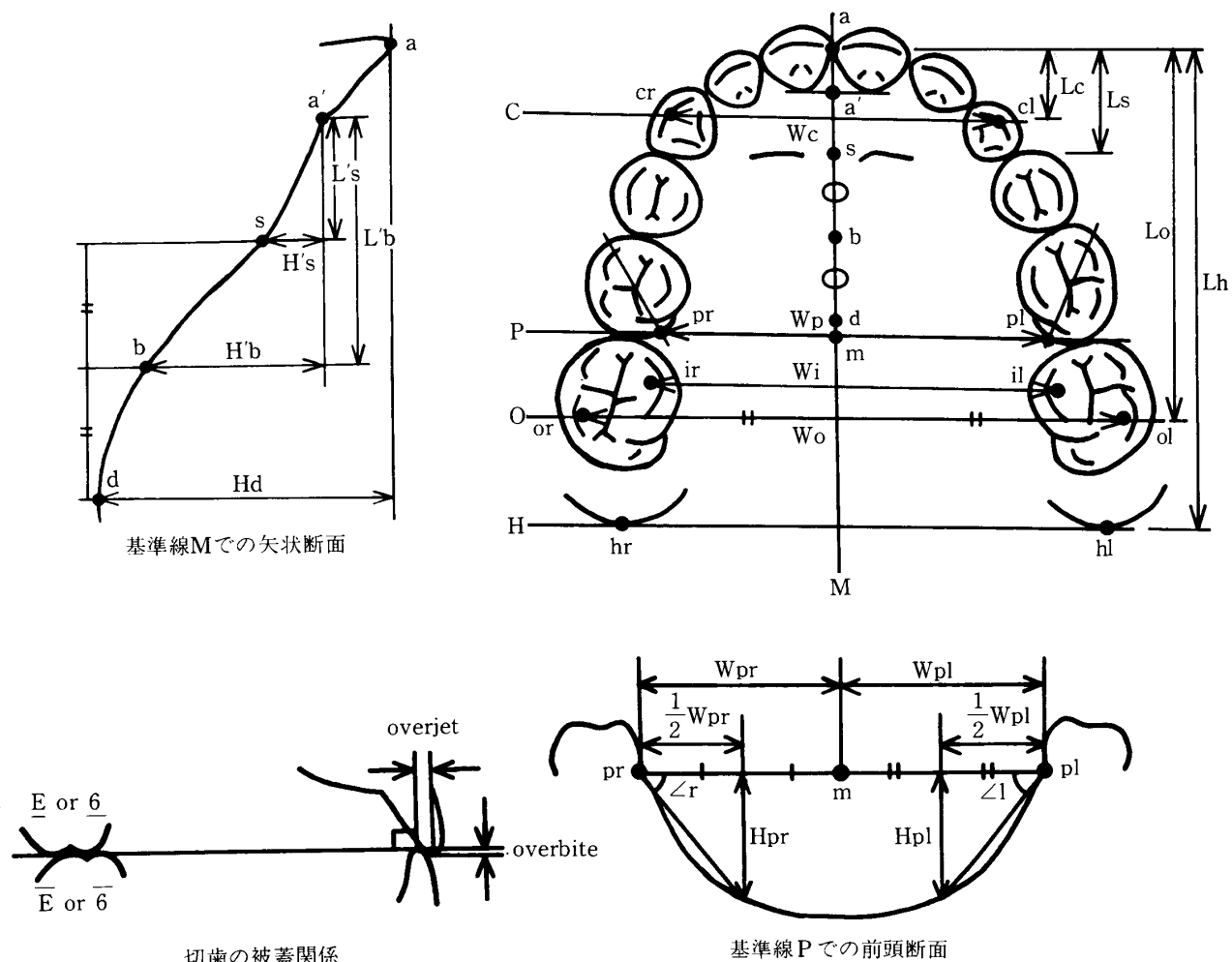


図1 口腔形態計測のための基準点・基準線および計測部位

点 a' : 上顎左右中切歯口蓋側歯頸部最下点を通る直線と、線Mとの交点。

点 s : S 状隆起の頂点を示すと思われる線M上の点で、最も目立つ口蓋皺襞を参考に求めた。

点 d : モアレ縞を参考に求めた、線M上の最深点。

点 b : 点 s と点 d を結ぶ線分の中点。

点 m : 線 P と線 M の交点。

前述の基準点および基準線を用い、以下の項目の計測を行なった。長径および幅径は規格写真上の2点間の距離を計測し、高径は規格写真上の2点間のモアレ縞数よりその高さの差を算出した。

1) 上顎口腔の概形

音響管の一部として口腔の概形をとらえるため、以下の項目を用いた。

(1) 上顎口腔長径…Lh: 線Hと線Mの交点と、点 a との間の距離。

(2) 上顎口腔幅径…Wi: 点 ir と点 il 間の距離。聴覚印象との関連の検討に用いた。

Wp: 点 pr と点 pl 間の距離。パラトグラムとの関連の検討に用いた。

(3) 上顎口腔高径…Hd: 点 a と点 d 間の高さの差。

(4) 上顎歯列弓概形…n

$$n = \log(Lc/Lo) / \log(Wc/Wo)$$

Wc: 点 cr と点 cl 間の距離。

Wo: 点 or と点 ol 間の距離。

Lc: 線Cと線Mの交点と、点 a との間の距離。

Lo: 線Oと線Mの交点と、点 a との間の距離。

歯列弓概形は n 次曲線に相当する。n=1 の時、点 c は点 a と点 o を結んだ直線 a—o 上にあり、歯列弓は V 字型を示す。n が 1 より大きくなる程、点 c は線 a—o より頬側に遠のき、歯列弓は次第に箱型になる。

2) 口腔前部の形態

調音上重要と思われる⁸⁾¹⁹⁾ 口腔前部の形態をとらえるため、以下の項目を用いた。

(1) 上顎口腔前部幅径…Wc: 既に述べた通りである。

(2) S 状隆起の位置…Ls: 点 a と点 s 間の距離。

(3) S 状隆起の形状…S 率 (単位: %)

$$S \text{ 率} = \{1 - [(H's/L's) / (H'b/L'b)]\} \times 100$$

L's: 点 a' と点 s 間の距離。

L'b: 点 a' と点 b 間の距離。

H's: 点 a' と点 s 間の高さの差。

H'b: 点 a' と点 b 間の高さの差。

S 率の値は、点 a' と点 b を結んだ直線 a'—b に対する点 S の位置関係を示す。S 率=0 の時、点 s は線 a'—b 上にある。S 率が 0 より大きくなる程、点 s は下顎の方向に向かい S 状隆起が目立ってくる。S 率=100 の時、点 a' と点 s を結んだ直線 a'—s は撮影基準面と平行である。逆に S 率が 0 より小さくなる程、点 s は鼻腔方向に向かい S 状隆起はみられず、口蓋穹隆前部は凹湾状になる。

(4) 切歯の被蓋関係—水平被蓋…overjet

垂直被蓋…overbite

上・下顎口腔石膏模型を用い、右側中切歯の被蓋関係を計測した。

3) 上顎口腔後部の形態

調音上重要と思われる上顎口腔後部の形態⁸⁾をとらえるため、以下の項目を用いた。

口蓋後部の歯槽堤の高さ… $\angle \theta$ (単位: degree)

$$\angle \theta = (\angle r + \angle l) / 2$$

Wpr: 点 pr と点 m 間の距離。

Wpl: 点 pl と点 m 間の距離。

Hpr: Wpr の中点と点 pr 間の高さの差。

Hpl: Wpl の中点と点 pl 間の高さの差。

$$\tan \angle r = Hpr / \frac{1}{2} Wpr \quad \tan \angle l = Hpl / \frac{1}{2} Wpl$$

III パラトグラムの観察 (図2)

パラトグラムの採得方法は粉末利用の静的パラトグラフ⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾²⁰⁾により、観察には、パラトグラムを描記した人工口蓋板を上顎口腔石膏模型上にのせて撮影した規格写真を用いた。パラトグラム採得人工口蓋板は、

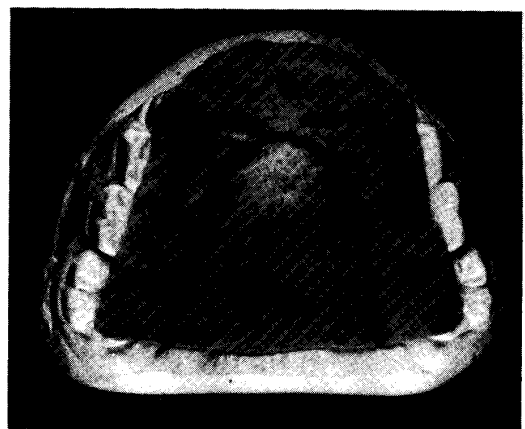


図2 パラトグラム採得人工口蓋板

表2 人工口蓋板装着による発語明瞭度の変化

年 齢	未 装 着	装 着
3 ; 10	81	81
4 ; 9	73	73
5 ; 3	91	92
5 ; 4	85	85
5 ; 11	77	76
6 ; 4	83	83

聴取者：10名

単位：％

0.3 mm のシートワックスを用い、口蓋部だけでなく歯まで被った(図2)。この人工口蓋板は、本研究の調査対象のうち3歳から6歳までの計6名を対象とした発語明瞭度検査の結果、その装着による影響を認めなかった(表2)。パラトグラム観察の範囲は、前歯の切縁および臼歯の中心溝より口蓋側の歯面および口蓋部とし、後縁は、歯の萌出および交換等の成長変化に関係なく前述の基準線Pすなわち第二乳臼歯までとした。

1) 被験音

声道に狭め⁸⁾を形成する音として、母音[i]、無声摩擦歯音[s]、有聲摩擦歯音[z]、無声摩擦歯音[ʃ]お

よび無声摩擦硬口蓋音[ç]の5音と、声道に閉鎖を形成する音として、無声破裂歯音[t]、無声破裂硬口蓋音[kj]、無声破裂歯音[ts]、無声破裂歯音[tʃ]、有聲通鼻歯音[n]、有聲通鼻歯音硬口蓋音[ɲ]および有聲弾き歯音[r]の7音の計12音を選んだ。

パラトグラム採得に際しては、/aki/ および /atsu/ を除き、前後の母音を /a/ で統一した VCV 音節の形で発語させた。

2) パラトグラムの型分類(図3)

伊藤(1980)⁸⁾の閉鎖帯の有無による分類を参考に、2系8型に分類した。

(1) 閉鎖帯非形成型(O系)

音節発語時に舌が口腔の正中付近に接触しない開放型のパラトグラムである。以下の5型に分類した。

型OI: 完全歯間型とする。前歯部切縁上に狭めが形成され、舌の接触はほとんど歯面上に限られており、口蓋部への接触はみられないかまたは僅かにみられるのみである。

型Oi: 不完全歯間型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって口蓋後部から前部にかけて逆V状の接触がみられ、正中付近に狭めを形成すると共に、前歯部切縁上にも接触がみられ、やはり正中付近に狭めを形成する。

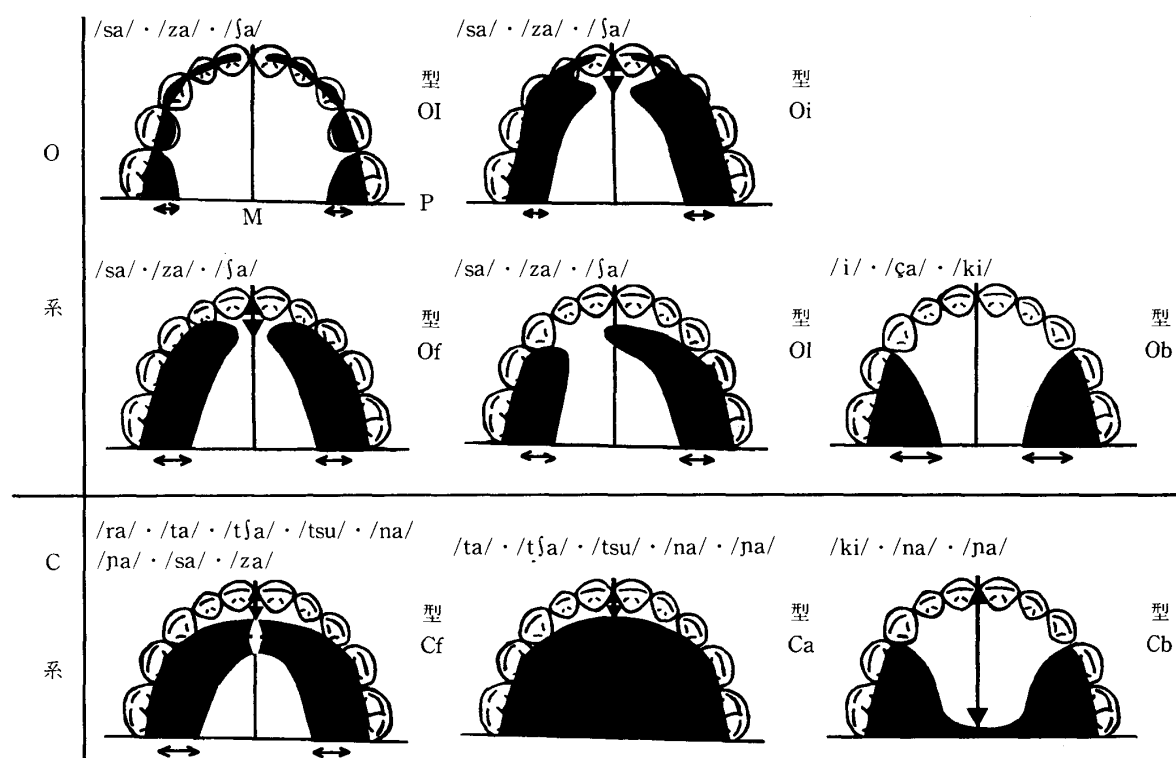


図3 パラトグラムの型分類とその計測部位

型 Of: 前方開放型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって口蓋後部から前部にかけて逆V状の接触がみられ、正中付近に狭めを形成する。

型 Oi: 側方開放型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって口蓋後部から前部にかけて逆V状の接触がみられ、正中付近から左右いずれかにずれた位置に狭めがみられる。口蓋後部から前部にかけてみられる接触の左右どちらかが、前述の基準線Mにかかる場合とする。

型 Ob: 後方開放型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって口蓋前部から後部にかけて次第に接触が広くなり、正中付近に狭めがみられる。

型 Oi および型 Oi は、人工口蓋板装着の有無にかかわらず音節発語時に舌尖が上・下顎中切歯切縁より前方に突出するいわゆる歯間性を示すことを確認した。

(2) 閉鎖帯形成型 (C系)

音節発語時に舌が呼気を一時的に閉鎖するための切れ目のない帯状の接触がみられる閉鎖型のパラトグラムである。以下の3型に分類した。

型 Cf: 前方閉鎖型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって閉鎖帯がみられ、閉鎖帯の前縁および後縁が共に口蓋前部に向かって凸型を示す。

型 Cb: 後方閉鎖型とする。歯列歯頸部歯肉縁にそって口蓋前部から後部にかけて次第に接触が広くなり、口蓋後部で閉鎖を形成する。閉鎖帯前縁が口蓋後方に向かって凸型を示し、閉鎖帯後縁は基準線Pすなわちパラトグラム後縁より後方にある。

型 Ca: 全接触型とする。ほぼ口蓋全体に接触がみられ、閉鎖帯前縁が口蓋前方に向かって凸型を示し、閉鎖帯後縁は基準線Pすなわちパラトグラム後縁より後方にある。

(3) 標準型および変異型

以上の8型のパラトグラムのうち森田(1967)²⁰⁾伊藤(1980)⁸⁾等の報告より正常成人において一般的にみられ、それぞれの音節の固有なパターンと思われる /i/, /çə/ および /ki/ における型 Ob, /ra/, /ta/, /tʃa/, /tsu/, /na/ および /na/ における型 Cf, /sa/, /za/ および /ʃa/ における型 Of を標準型とし、それ以外の型を変異型とした。/ki/ の場合、正常成人において一般的にみられるパターンは口蓋後部で閉鎖している。しかし本研究のようにパラトグラムの後縁を基準線Pの位置とすると、閉鎖帯前縁はそれより後方にあるためそのパターンは正中付近で開放を示すようになる。従って /ki/ は型 Ob を標準型とした。

3) パラトグラムの測度

舌の口蓋および歯への接触領域の大きさだけでなく、調音点とある程度対応すると思われる閉鎖帯前縁または狭めの位置をも表わすため、以下の項目を設定し、計測を行なった。計測基準線としては、口腔形態計測に用いた基準線PおよびMを用いた。

F°: パラトグラムの閉鎖帯前縁または狭めの位置。

基準線M上の距離で、閉鎖帯前縁または狭めの最も狭い部分を結んだ線から点aまでの距離である。型 Oi, 型 Of, 型 Cf, 型 Ca および型 Cb において計測した。

なお /ki/ のみは、型 Cb だけでなく型 Ob においても基準線Pを越えて閉鎖帯前縁までの距離を計測し、2型まとめて型 Ob・Cb の測度とした。

L°: パラトグラムの閉鎖帯の前部長径

基準線M上の閉鎖帯前・後縁間の距離である。型 Cf においてのみ計測した。

W°: パラトグラムの後部幅径

基準線P上における点prからの右側の接触幅と点plからの左側の接触幅の和である。型 Oi, 型 Of, 型 Ol, 型 Ob および型 Cf において計測した。

IV 聴覚印象の観察

1) 被験音および資料

被験音は、促音および撥音を除いた日本語100単音節である。

資料採得には、被験100音節をランダム順序に並べた検査表を15種作成し、その1つを同一の検査者が読み上げて対象児に復唱させ、対象児の発語のみを録音した。その際、対象児の復唱による発音が日常会話において聞かれる発音とかけ離れており、検査者の発音を聞き誤った可能性のある場合は、直ちに再録音した。後日、その再生音を10名の健聴者が聴取し、日本語音として書き取り、以下の計算を行なって調査に用いた。

2) 発語明瞭度および音別明瞭度の算出

10名の健聴者による聴取結果を読み上げに用いた検査表と照合し、両者が同一の音節を示す数、すなわち正答音節数を数えた。その正答率を算出して、その対象児の発語明瞭度とした。

各被験音節は母音のみか、または子音と母音の組み合わせから成っている。聴取100単音節それぞれの子

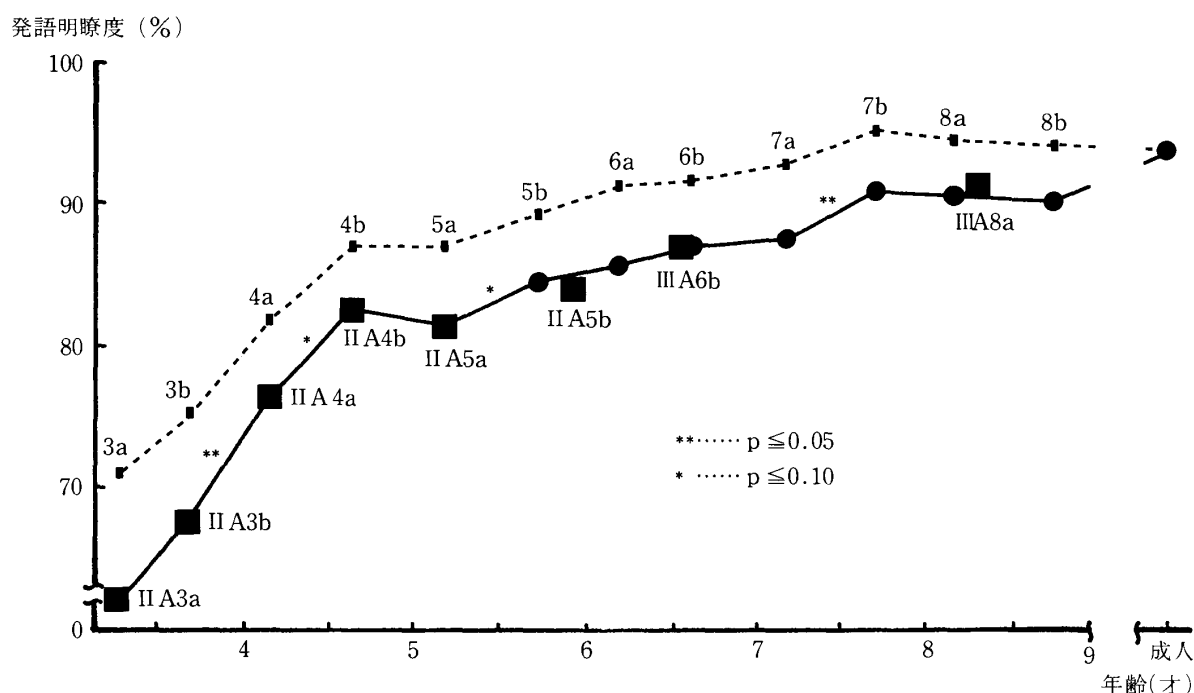


図4 発語明瞭度の成長に伴う変化

音部分および母音部分の正誤を検査表と照合し、パラトグラムの被験音として用いた12の各母音および子音について各音の正答率を算出し、音別明瞭度とした。

結 果

I 聴覚印象およびパラトグラムの成長に伴う変化

1) 発語明瞭度 (図4)

図4は、発語明瞭度の成長に伴う変化を表わしたものである。実線で結んだ丸印は、235名分の資料を3歳前期(3a)から8歳後期(8b)までの年齢区分範囲を6ヶ月とする歴年齢別12群に分けて算出した各群の発語明瞭度の平均値である。各平均値間の差異を統計学的に検討し、図中に示した。大きな四角印は、135名分の資料における8群各群の発語明瞭度の平均値である。なお有声無声間の混同による誤りを正答として算出した発語明瞭度の歴年齢別12群の平均値を小さな四角印で示し、点線で結んだ。参考として10名の正常成人の発語明瞭度の平均値を右端に示した。

8群の発語明瞭度の成長に伴う変化は、12群の傾向とほぼ一致した。発語明瞭度は、4歳前期(4a)およびIIA4aには70%、4歳後期(4b)およびIIA4bには80%を越えた。5歳前期(5a)およびIIA5aにやや落ち込み

がみられ、その後の上昇は4歳後期(4b)およびIIA4bまでに比較して小さいが、7歳後期(7b)になると90%を越えていた。その後は、8歳後期(8b)まで上昇がみられなかった。正常成人に比較し、対象児群は有声無声間の混同による誤りが多く、その割合は3歳前期(3a)から8歳後期(8b)にかけてやや減少を示すものの特に大きな変化はなかった。有声無声間の混同による誤りを正答として算出した発語明瞭度は、7歳後期(7b)には正常成人の値を上回った。

2) パラトグラムの型 (表3)

表3は、対象資料各群において音節別にパラトグラム各型の占める割合を百分率で表わし、その成長に伴う変化を示したものである。

/i/ および /ɕa/ には標準型である型Ob, /ra/ には標準型である型Cfの1型しかみられなかった。/ki/ には、標準型である型Obおよび変異型である型Cbの2型がみられた。/ta/, /tɕa/ および /tsu/ には、標準型である型Cfおよび変異型である型Caの2型がみられた。/na/ および /na/ には、標準型である型Cfおよび変異型である型Caと型Cbの3型がみられた。/sa/ および /za/ には、標準型である型Ofおよび変異型である型Olと型Oi, 型Ol, 型Ofの5型がみられた。/ɕa/ には、標準型である型Ofおよび変異型である型Olと型Oi, 型Olの4型がみられた。

表3 パラトグラム型の成長に伴う変化

音	群 型	II A 3 a	II A 3 b	II A 4 a	II A 4 b	II A 5 a	II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a
i	Ob	100	100	100	100	100	100	100	100
ça	Ob	100	100	100	100	100	100	100	100
ki	Ob	20	30	50	60	64	66	100	100
	Cb	80	70	50	40	36	34	0	0
ra	Cf	100	100	100	100	100	100	100	100
ta	Cf	80	80	90	100	100	100	100	100
	Ca	20	20	10	0	0	0	0	0
tʃa	Cf	60	40	70	80	77	83	100	100
	Ca	40	60	30	20	23	17	0	0
tsu	Cf	80	60	100	100	100	100	100	100
	Ca	20	40	0	0	0	0	0	0
na	Cf	100	100	100	100	100	92	100	100
	Ca	0	0	0	0	0	6	0	0
	Cb	0	0	0	0	0	2	0	0
ɲa	Cf	60	50	70	60	50	67	94	90
	Ca	0	20	0	20	41	19	6	0
	Cb	40	30	30	20	9	14	0	10
sa	Of	60	50	30	30	50	42	50	70
	OI	40	20	20	30	14	19	13	20
	Oi	0	0	30	20	9	2	0	0
	OI	0	20	20	20	27	37	37	10
	Cf	0	10	0	0	0	0	0	0
za	Cf	0	10	10	50	41	31	25	60
	OI	0	0	0	10	14	15	19	20
	Oi	0	0	0	10	0	6	13	10
	OI	0	0	10	10	18	19	30	10
	Cf	100	90	80	20	27	29	13	0
ʃa	Of	100	100	100	80	86	73	81	100
	OI	0	0	0	0	5	12	13	0
	Oi	0	0	0	20	9	13	0	0
	OI	0	0	0	0	0	2	6	0

単位：％

表4 パラトグラム各型の音別明瞭度の成長に伴う変化

音	群 型	II A 3 a	II A 3 b	II A 4 a	II A 4 b	II A 5 a	II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a
i	Ob	98	99	98	99	99	100	100	100
ça	Ob	37	60	57	76	70	73	79	83
ki	Ob	84	64	60	99	77	85	87	97
	Cb	70	57	74	86	67	68	—	—
ra	Cf	60	62	68	80	83	85	90	96
ta	Cf	84	83	78	87	88	89	86	92
	Ca	80	56	80	—	—	—	—	—
tʃa	Cf	72	66	88	82	85	85	88	86
	Ca	71	75	68	94	80	81	—	—
tsu	Cf	23	47	75	72	67	77	91	76
	Ca	20	65	—	—	—	—	—	—
na	Cf	87	76	77	86	81	93	94	96
	Ca	—	—	—	—	—	98	—	—
	Cb	—	—	—	—	—	100	—	—
ɲa	Cf	64	68	78	94	89	89	90	95
	Ca	—	80	—	82	79	89	87	—
	Cb	84	78	78	89	53	86	—	89
sa	Cf	36	52	60	68	81	89	96	99
	OI	77	94	78	95	92	89	96	97
	Oi	—	—	89	91	95	100	—	—
	OI	—	78	86	68	97	86	90	95
	Cf	—	50	—	—	—	—	—	—
za	Of	—	30	13	77	76	85	97	99
	OI	—	—	—	97	83	86	98	99
	Oi	—	—	—	91	—	87	94	100
	OI	—	—	92	100	80	80	81	100
	Cf	26	48	75	49	77	70	91	—
ʃa	Of	79	71	78	85	80	89	91	98
	OI	—	—	—	—	85	81	98	—
	Oi	—	—	—	86	95	97	—	—
	OI	—	—	—	—	—	97	87	—

単位：％

/i/, /ɕa/ および /ra/ は、成長に伴う変化がみられず、標準型が100%を占めていた。/na/ もほぼ標準型のみみられた。/ki/, /ta/, /tʃa/, /tsu/ および /na/ においては、成長に伴い標準型が増加し、変異型は減少する傾向があった。このうち /ta/ は IIA4a, /tsu/ は IIA3b まで変異型がみられるが、それ以降は標準型が100%となり、IIA 期の早い時期に標準型のみとなった。/ki/ は標準型が、IIA4b まで大きく増加していくが、IIA4b から IIA5b までは60% 台でやや停滞気味となり、IIIA6b で突然100%を占め、IIIA8a においてもそれが維持されていた。/tʃa/ および /na/ は標準型が、IIA5b まで40% から80% 位までの間で大きく変動していたが、IIIA6b になると /tʃa/ は100%, /na/ は90% 台となり、IIIA8a においてもそれが維持されていた。/sa/, /za/ および /ʃa/ は、変異型の種類の多さと共に、成長に伴う各型の割合の変化も標準型の増加および変異型各型の減少といった単純な表現は当てはまらなかった。/sa/ は、IIA3a においては標準型と変異型のうちの型 Oi で100%を占めていたが、その後両型共に減少していき代わりに変異型のうちの型 Oi および型 OI が増加してきた。型 Oi は、IIA4a でピークを示し、以後減少していった。型 OI は、IIA5b から IIIA6b にかけてピークを示すが、IIIA8a で急に減少し、代わりに標準型が大きく増加した。この時、型 Oi もやや増加した。/za/ は、変異型のうちの型 Cf が IIA3a で100%を占めていたが、以後減少していき、特に IIA4a と IIA4b の間で大きく減少した。この時、標準型が大きく増加するが以後すぐに減少を始め、型 Oi および型 OI がピークを迎え、IIIA8a においては、型 Cf が0%となり型 Oi および型 OI も少なくなると同時に標準型が再び大きく増加した。この時、型 Oi はやや増加を示した。/ʃa/ は標準型が、IIA4a まで100%を占めていたが、IIA4b で急に80%に減少し、IIIA6b までその前後に留まっていた。その間各変異型がそれぞれ出現し、IIIA8a で再び0%になると同時に標準型が100%に回復した。

3) パラトグラム各型の音別明瞭度 (表4)

表4は、対象資料各群において各音節のパラトグラム各型の音別明瞭度の平均値を求め、その成長に伴う変化を示したものである。

12音節の各型内においては、そのほとんどが成長に伴い音別明瞭度の上昇を示した。上昇を示さないのは、/ki/ の型 Cb, /ta/ の型 Ca および /ʃa/ の型 OI の

みであった。

標準型との比較において、音別明瞭度の低い変異型は /ki/ の型 Cb, /ta/ の型 Ca および /sa/ の型 Cf, ほぼ同じ変異型は /tʃa/ の型 Ca および /ʃa/ の型 OI, 高い変異型は /tsu/ の型 Ca, /na/ の型 Ca と型 Cb, /sa/ の型 Oi および /ʃa/ の型 OI と型 Oi であった。また低年齢においては変異型の音別明瞭度が標準型のそれより高く、IIA4a 前後にその逆転がみられた型が /na/ の型 Ca と型 Cb, IIA5a 前後に逆転がみられた型が /za/ の型 Cf, IIA5b 前後に逆転がみられた型が /sa/ の型 OI と型 OI および IIIA6b 前後に逆転がみられた型が /za/ の型 OI と型 Oi, 型 OI であった。

II 第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態の変化とパラトグラムおよび聴覚印象との関係

表5は、口腔形態各項目の平均値を対象資料各群において求め、群間の差異を統計学的に検討したものである。有意な差異 ($P \leq 0.01$ および $P \leq 0.05$) は IIIA5b

表5 口腔形態の成長に伴う変化

口腔形態	群	II A 3 a	II A 3 b	II A 4 a	II A 4 b	II A 5 a	II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a
上顎前歯部	Lh	32.8	35.1***	34.6	35.4	36.3	37.6	39.7***	44.3***
	Wi	36.8	37.2	37.3	37.8	37.4	37.4	40.3***	40.7
	Wp	35.6	36.0	36.4	36.4	36.0	36.0	38.8**	38.8
	Hd	13.0	13.2	13.3	13.3	13.6	14.0	13.9	16.2***
	n	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	3.1***	2.9
前歯部	Wc	29.4	29.6	29.6	29.7	29.9	30.3	30.4	33.0***
	Ls	9.2	9.3	9.2	9.2	9.1	9.3	9.4	12.4***
	S率	12.3	10.1	10.9	11.6	11.5	8.7	25.7***	25.5
部	over-jet	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	1.9	2.3	3.4***
	over-bite	1.5	1.8	1.5	1.2	1.3	1.7	1.7	2.3
上顎後部	∠θ	38.4	38.3	38.5	39.1	40.5	42.0	42.4	42.1

***** $P \leq 0.01$

*** $P \leq 0.05$

単位: mm, %

表6 第一大臼歯萌出および前歯交換に伴うパラトグラムの測度の変化

音	群	計測部位	F°			L°			W°		
			II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a	II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a	II A 5 b	III A 6 b	III A 8 a
i	Ob								19.4	15.7 ^{***}	18.7
ça	Ob								21.8	18.1 ^{***}	19.6
ki	Ob-Cb		25.7	30.7 ^{***}	33.4 ^{**}				25.5	20.5	22.0
ra	Cf		8.1	7.9	12.2 ^{**}	3.3	4.1	2.0 ^{**}	3.3	4.6	2.1
ta	Cf		0.2	0.1	1.1 ^{**}	11.8	11.7	14.7 ^{**}	16.5	13.9 ^{**}	15.4
tʃa	Cf		2.9	4.1	6.1 ^{**}	9.3	9.7	8.7	21.4	20.3	18.3
tsu	Cf		2.0	2.2	3.7	6.9	7.4	8.0	14.0	11.0 ^{***}	11.9
na	Cf		1.0	0.6	1.9	8.9	9.3	10.4	12.5	9.6 ^{**}	9.8
na	Cf		3.0	4.2	6.5	8.3	12.7 ^{***}	11.4	20.3	22.7	22.4
	Ca		5.6	0.0	—						
sa	Of		6.8	7.7	9.2				12.6	9.5 ^{**}	7.4
	Ol								10.9	8.8	7.9
	OI								7.3	5.7	5.7
za	Of		6.9	7.2	9.3				11.3	9.6	7.3
	Ol								9.7	9.1	5.6 ^{***}
	Oi		—	6.5	7.3				—	7.3	9.6
	OI								7.5	4.6 ^{**}	7.0
	Cf		2.3	1.0	—	6.1	6.2	—	13.0	7.1 ^{***}	—
ʃa	Of		10.1	10.9	11.5				18.4	15.9	14.4
	Ol								18.5	15.8	—
	OI								10.7	13.7	—

***..... P ≤ 0.01 **..... P ≤ 0.05

単位: mm

から IIIA8a までの間に集中しており, 第一大臼歯萌出と前歯交換に伴う口腔形態変化の著しいことがわかった。第一大臼歯萌出に伴う変化の著しい項目は, Lh, Wi, n および S 率でそれぞれ IIA5b と IIIA6b 間で高度な差異 ($P \leq 0.01$) が, Wp には有意な差異 ($P \leq 0.05$) がみられた。これらの諸項目を用いて, 第一大臼歯萌出に伴う口腔形態の変化と調音との関係を検討した。また同様に, 前歯交換に伴う変化の著しい項目は, Lh,

Hd, Wc, Ls および overjet で, それぞれ IIIA6b と IIIA8a 間で高度な差異 ($P \leq 0.01$) がみられた。これらの諸項目を用いて, 前歯交換に伴う口腔形態の変化と調音との関係を検討した。

表6は, パラトグラムの微細な変化をとらえるため, IIA5b から IIIA6b にかけて, または IIIA6b から IIIA8a にかけて出現がみられた各音節のパラトグラム各型の測度 F°, L° および W° の平均値を IIA5b, IIIA6b および IIIA8a 各群において求め, 群間の差異を統計学的に検討したものである。IIA5b と IIIA6b の間では, W° の有意な減少 ($P \leq 0.01$ および $P \leq 0.05$) が多くの音節にみられ, IIIA6b と IIIA8a の間では, F° の有意な増加 ($P \leq 0.01$ および $P \leq 0.05$) が多くの音節にみられた。

表7は, 12 被験音について音別明瞭度の平均値を IIA5b, IIIA6b および IIIA8a 各群において求め, 群間の差異を統計学的に検討したものである。IIIA6b と IIIA8a の間で有意な差異 ($P \leq 0.05$) が多くの音にみられた。

第一大臼歯萌出に関しては, 第一大臼歯萌出直前の群とした IIA5b および萌出終了直後の群とした IIIA6b を用いて, また前歯交換に関しては, 前歯交換直前の群とした IIIA6b および交換終了直後の群とした IIIA8a を用いて, それぞれ口腔形態の変化と調音の関係を検討した。

1) 第一大臼歯萌出に伴う口腔形態の変化とパラトグラムおよび聴覚印象との関係

(1) 口腔形態とパラトグラムの型の関係 (表3・8・10)

IIA5b と IIIA6b 間のパラトグラムの型の変化で注目されるのは, /ki/, /tʃa/ および /na/ の標準型の増加である。従ってこの3音節のパラトグラムの各型を, パラトグラムの型の検討対象とした。

/ki/, /tʃa/ および /na/ のパラトグラムは, 成長に

表7 第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う音別明瞭度の変化

群	音	i	ç	kj	r	t	tʃ	ts	n	ɲ	s	z	ʃ
IIA5b		100	73	80	85	89	84	76	93	89	88	80	89
IIIA6b		100	79	87	90	86	88	91 ^{**}	94	90	93	91 ^{**}	92
IIIA8a		100	84	97 ^{**}	95	90	84	76 ^{**}	96	94	97 ^{**}	97 ^{**}	96 ^{**}

**..... P ≤ 0.05

単位: %

表8 IIA5bにおける口腔形態とパラトグラムの型との関係

音	口腔 形態 型	上 顎 概 形			前 部
		Lh	Wp	n	S 率
ki	Ob	37.5	36.2	2.7	14.6
	Cb	37.4	36.5	2.8	***1.7
tʃa	Cf	37.3	37.4	2.6	9.5
	Ca	38.0	37.2	**2.8	5.9
na	Cf	37.5	37.5	2.7	14.1
	Ca	37.6	38.5	2.7	**2.0
	Cb	36.7	***35.5	2.7	***-7.0

*** $P \leq 0.01$ ** $P \leq 0.05$ 単位: mm, %

伴う大きな変化の結果として IIIA6b においてはほぼ標準型で占められていた。従って IIA5b のみを用いて、各変異型の口腔形態各項目の平均値を求め、標準型の平均値との差異を統計学的に検討して、IIA5b と IIIA6b 間でみられる各変異型出現減少すなわち各標準型出現増加の機序を推察する手掛りとした。

/ki/ の場合は、型 Cb において S 率に高度な差異 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/tʃa/ の場合は、型 Ca において n に有意な差異 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/na/ の場合は、型 Ca において S 率に有意な差異 ($P \leq 0.05$) が、型 Cb において Wp および S 率に高度な差異 ($P \leq 0.01$) がみられた。

これらの差異のうち、IIA5b と IIIA6b 間でみられる口腔形態の成長変化とパラトグラムの標準型の増加の両者の変化に一致しているのは、/ki/ の型 Cb における S 率の差異および /na/ の型 Ca と型 Cb における S 率の差異であった。

従って、第一大臼歯萌出に伴うパラトグラム /ki/, /tʃa/ および /na/ の標準型の増加のうち、/ki/ および /na/ の場合は S 率すなわち S 状隆起の形状の変化と、関わりを持つことが示唆された (表 10)。

(2) 口腔形態とパラトグラムの測度との関係(表 6・10)

IIA5b と IIIA6b 間で有意の有無を問わず平均値に差異のみられる各音節のパラトグラム各型の各測度を、パラトグラムの測度の検討対象とした。

IIA5b および IIIA6b 各群において口腔形態の諸項目とパラトグラムの諸測度との数量変異の相関係数を

表9 IIIA6bにおける口腔形態とパラトグラムの型との関係

音	口腔 形態 型	上 顎 概 形		前 部		
		Lh	Hd	Wc	Ls	overjet
sa	Of	39.3	15.2	30.5	9.2	2.7
	OI	41.8	13.6	30.5	10.3	2.1
	OI·OI	39.4	15.6	30.3	9.5	2.1
za	Of	39.8	14.0	31.6	9.0	3.2
	OI	40.9	14.2	**29.1	9.7	**2.1
	OI·OI	38.8	13.9	30.6	9.5	**2.4
	Cf	39.3	13.5	29.2	9.6	***0.8
ʃa	Of	39.5	14.0	30.8	9.4	2.4
	OI	40.1	14.5	***27.9	9.5	1.7
	OI·OI	41.5	13.6	31.0	10.0	2.1

*** $P \leq 0.01$ ** $P \leq 0.05$ 単位: mm

求め、統計学的に検討して、IIA5b と IIIA6b 間でみられるパラトグラムの諸測度の変化の機序を推察する手掛りとした。

/i/ の場合は、IIA5b において Wp と型 Ob の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/çə/ の場合は、IIA5b において Wp と型 Ob の W° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/ki/ の場合は、IIA5b において S 率と型 Ob・Cb の F° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/tʃa/ の場合は、IIA5b において Wp と型 Cf の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/tsu/ の場合は、IIA5b において Wp と型 Cf の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/sa/ の場合は、IIA5b において Wp と型 OI の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/za/ の場合は、IIA5b において Wp と型 OI の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) が、Wp と型 OI の W° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) が、それぞれみられた。

/ʃa/ の場合は、IIA5b において Wp と型 Of の W° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) が、Wp と型 OI の W° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) が、それぞれみられた。IIIA6b においては S 率と型 Of の F° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/ra/, /ta/, /na/ および /na/ の場合は、IIA5b および IIIA6b において、採用した口腔形態の諸項目と変化

表10 第一臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態の変化とパラトグラムおよび聴覚印象の変化との関係

時期	パラトグラム 又は 明瞭度		型	測 度		音別明瞭度	
	口腔 形態			F°	W°		
第一大臼歯萌出前後	上顎概形	Lh	*** · *** ki · na	ki(Ob**Cb) } a(Of)	i(Ob ^{***}) · ç a(Ob ^{**}) · t } a(Cf ^{***}) · tsu(Cf ^{***}) · } a(Of ^{**}) (Ol ^{***}) · sa(Ol ^{***}) · za(Ol ^{***}) (Ol ^{**})	<u>ts</u> · <u>n</u> · <u>n</u> ** ç	アンダーラインは Ⅲ A 6 bにおいて 相関関係のみられたもの
		Wp or Wi					
	前部	S 率					
前歯交換前後	上顎概形	Lh	*** } a *** za	ki(Ob ^{***}) sa(Of ^{**}) · za(Of ^{**}) sa(Of ^{***})	na(Cf ^{**})	<u>n</u> · <u>n</u> · <u>n</u> *** <u>t }</u> ** n	アンダーラインは Ⅲ A 8 aにおいて 相関関係のみられたもの *** P ≤ 0.01 ** P ≤ 0.05
		Hd					
	前部	Wc Ls overjet					

のみられたパラトグラムの諸測度との間に有意な相関関係はみられなかった。

従って、第一大臼歯萌出に伴うパラトグラムの諸測度の変化のうち、/i/, /ç a/, /t } a/, /tsu/, / } a/, /sa/ および /za/ のパラトグラムの後部幅径 W° は IIA5b において上顎口腔幅径 Wp の変化と、/ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置 F° は IIA5b において S 状隆起の形状を表わす S 率の変化と、/ } a/ のパラトグラムの狭めの位置 F° は IIIA6b において S 状隆起の形状を表わす S 率の変化と、関りを持つことが示唆された。

(3) 口腔形態と音別明瞭度の関係 (表 7・10)

口腔形態とパラトグラムの関係は 12 被験音すべてについて検討を行なったので、IIA5b と IIIA6b 間の平均値の差異の有無を問わず 12 被験音すべての音別明瞭度を検討対象とした。

IIA5b および IIIA6b 各群において口腔形態の諸項目と 12 被験音の音別明瞭度との数量変異の相関係数を求め、統計学的に検討して、IIA5b と IIIA6b 間でみられる口腔形態の変化と音別明瞭度の関連を推察する手掛りとした。

/ç/ の場合は、IIA5b において n と有意な相関関係 (P ≤ 0.05) がみられた。

/ts/ の場合は、IIIA6b において Lh と有意な相関関係 (P ≤ 0.05) がみられた。

/n/ の場合は、IIIA6b において Lh と高度な相関関係 (P ≤ 0.01) がみられた。

/n/ の場合は、IIIA6b において Lh と有意な相関関係 (P ≤ 0.05) がみられた。

/i/, /kj/, /r/, /t/, /t }/, /s/, /dz/ および / }/ の場合は、IIA5b および IIIA6b において、採用した口腔形態の諸項目と音別明瞭度の間に有意な相関関係はみられなかった。

従って第一大臼歯萌出に伴い、音別明瞭度のうち /ç/ は IIA5b において上顎歯列弓概形 n の変化と、/ts/, /n/ および /n/ は IIA6b において上顎口腔長径 Lh の変化と、関りを持つことが示唆された。

2) 前歯交換に伴う口腔形態の変化とパラトグラムおよび聴覚印象との関係

(1) 口腔形態とパラトグラムの型の関係 (表 3・9・10)

IIIA6b と IIIA8a 間のパラトグラムの型の変化で注目されるのは、/sa/, /za/ および / } a/ の標準型の増加である。従ってこの 3 音節のパラトグラムの各型を、パ

ラトグラムの型の検討対象とした。なお型 OI および型 Oi は歯間型として 1 つにまとめ、型 OI・Oi とした。

/sa/, /za/ および /ʃa/ のパトグラムは、成長に伴う大きな変化の結果として IIIA8a においては各変異型の占める割合が非常に小さくなる。従って IIIA6b のみを用いて、各変異型の口腔形態各項目の平均値を求め、標準型の平均値との差異を統計学的に検討して、IIIA6b と IIIA8a 間でみられる各変異型出現減少すなわち各標準型出現増加の機序を推察する手掛りとした。

/sa/ の場合は、型 OI および型 OI・Oi において有意な差異はみられなかった。

/za/ の場合は、型 OI において Wc および overjet に有意な差異 ($P \leq 0.05$) が、型 OI・Oi において overjet に有意な差異 ($P \leq 0.05$) が、型 Cf において overjet に高度な差異 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/ʃa/ の場合は、型 OI において Wc に高度な差異 ($P \leq 0.01$) がみられた。

これらの差異のうち、IIIA6b と IIIA8a 間でみられる口腔形態の成長変化とパトグラムの標準型の増加の両者の変化に一致しているのは、/za/ の型 OI、型 OI・Oi および型 Cf における overjet の差異、/ʃa/ の型 OI における Wc の差異であった。

従って、前歯交換に伴うパトグラム /sa/, /za/ および /ʃa/ の標準型の増加のうち、/za/ の場合は overjet の変化と、/ʃa/ の場合は上顎口腔前部幅径 Wc の変化と、関りを持つことが示唆された。

(2) 口腔形態とパトグラムの測度との関係(表 6・10)

IIIA6b と IIIA8a 間で有意の有無を問わず平均値に差異のみられる各音節のパトグラム各型の各測度を、パトグラムの測度の検討対象とした。

IIIA6b および IIIA8a 各群において口腔形態の諸項目とパトグラムの諸測度との数量変異の相関係数を求め、統計学的に検討して、IIIA6b と IIIA8a 間でみられるパトグラムの諸測度の変化の機序を推察する手掛りとした。

/ki/ の場合は、IIIA8a において Lh と型 Ob の F° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/na/ の場合は、IIIA6b において Hd と型 Cf の W° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/sa/ の場合は、IIIA6b において Wc と型 Of の F° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) が、overjet と型 Of の F° との間に高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられ

た。

/za/ の場合は、IIIA6b において Wc と型 Of の F° との間に有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/i/, /ça/, /ra/, /ta/, /tʃa/, /tsu/, /na/ および /ʃa/ の場合は、IIIA6b および IIIA8a において、採用した口腔形態の諸項目と変化のみられたパトグラムの諸測度との間に有意な相関関係はみられなかった。

従って、前歯交換に伴うパトグラムの諸測度の変化のうち、/ki/ のパトグラムの閉鎖帯前縁の位置 F° は IIIA8a において上顎口腔長径 Lh の変化と、/na/ のパトグラムの後部幅径 W° は IIIA6b において上顎口腔高径 Hd の変化と、/sa/ のパトグラムの狭めの位置 F° は上顎口腔前部幅径 Wc および overjet の変化と、/za/ のパトグラムの狭めの位置 F° は上顎口腔前部幅径 Wc の変化と、関りを持つことが示唆された。

(3) 口腔形態と音別明瞭度の関係(表 7・10)

IIIA6b と IIIA8a 間の平均値の差異の有無を問わず、12 被験音すべての音別明瞭度を検討対象とした。

IIIA6b および IIIA8a 各群において口腔形態の諸項目と 12 被験音の音別明瞭度との数量変異の相関係数を求め、統計学的に検討して、IIIA6b と IIIA8a 間でみられる口腔形態の変化と音別明瞭度の関連を推察する手掛りとした。

/tʃ/ の場合は、IIIA8a において Hd と高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/n/ の場合は、IIIA6b において Lh と高度な相関関係 ($P \leq 0.01$) がみられた。

/n/ の場合は、IIIA6b において Lh および Ls と有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) が、IIIA8a において Lh と有意な相関関係 ($P \leq 0.05$) がみられた。

/i/, /ç/, /kj/, /r/, /t/, /ts/, /s/, /dz/ および /ʃ/ の場合は、IIIA6b および IIIA8a において、採用した口腔形態の諸項目と音別明瞭度の間に有意な相関関係はみられなかった。

従って前歯交換に伴い、音別明瞭度のうち /n/ は上顎口腔長径 Lh の変化と、/n/ は上顎口腔長径 Lh および S 状隆起の位置 Ls の変化と、関りを持つことが IIIA6b において示唆された。また、/tʃ/ は上顎口腔高径 Hd の変化と、/n/ は上顎口腔長径 Lh の変化と、関りを持つことが IIIA8a において示唆された。

考 察

パラトグラフは近年、音響学、音声学、言語病理学および歯学などの様々な分野で、舌の調音運動を客観的に観察する手段として応用されている²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾。特に歯学の分野では、唇・顎・口蓋裂児の言語治療の際の診断および訓練に利用され、その有効性が報告されている²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾。すなわち、最近の唇・顎・口蓋裂児の異常構音は一次手術の早期化により、従来その大部分を占めていた開鼻性や声門破裂音等の鼻咽腔閉鎖不全に直接起因するものが減少し、未だその原因の解明されていない口蓋化傾向²⁸⁾や側音化構音²⁹⁾等の舌と口蓋の接触を通して産生されるものが増加する傾向にある³⁰⁾。これらの異常構音に対する言語訓練の方法や調音機能の診断は、従来の聴覚印象による評価のみでは不十分である。そこで、直視できない舌の調音運動を観察し、その評価から診断および訓練することが可能な電氣的パラトグラフが有効であるとして利用されている。しかしながら唇・顎・口蓋裂児の4歳頃から始める言語治療や診断には、その指標として成人のパラトグラムのパターンが用いられており、本研究の結果でも明らかになった小児特有の調音を踏まえることができていない³¹⁾。そこで本研究の前半は、唇・顎・口蓋裂児の言語獲得過程における言語治療や調音機能を評価するための基準パターンを得るため、パラトグラムを軸に3歳から9歳までの正常児の調音発達を調査したものである。また調音器官の一部として舌と相対する口蓋の形態は、舌の調音運動に密接な関係を持ち、その役割の大きいことが伊藤(1980)⁸⁾、山下ら(1981)³²⁾によって報告されている。しかしながら小児の調音発達過程において口腔形態の成長変化がどのような役割を果たしているのかについての報告はみられない。そこで本研究の後半は、特に口腔形態変化の著しい第一大臼歯萌出および前歯交換に着目して、口腔形態変化と調音の変化との関連を統計学的に検討したものである。このことは唇・顎・口蓋裂児のように異常な口腔形態のもとで獲得していく場合の調音の診断や治療を行なう基礎資料となり得るものと思われる。

前述の目的のために調査対象児の年齢範囲は、パラトグラム採得可能な最低年齢の3歳頃から日本語各音の獲得がほぼ終了する6歳頃²⁾までを含むこと、調音上の影響が示唆されている前歯交換後の前歯の咬合がほぼ完成する9歳頃までを含むこととした。調音発達には環境の重要性が指摘されている¹⁾²⁾ところから、対

象児は近接した保育園および小学校の2施設に在園・在校する幼児・児童に限った。さらに135名分の資料に選別するに当たっては、音響管としてとらえた口腔の内腔の変化とは異質な影響を与えられた音響管の孔すなわち歯列の大きな空隙を有する資料を除いた。また8群に分類する際には、口腔形態と歴年齢を考慮しており、従って各群内は、調音発達の観点からかなり均質な集団となっているものと思われる。

パラトグラム採得用人工口蓋板は歯まで被う形のものを用いたが、そのため従来のパラトグラムでは観察できなかった歯間性についても客観的観察が可能となった。また人工口蓋板作製に当たってはシートワックスをその材料としたため、労力および経費の節約が可能であった。この人工口蓋板は、連続音声における各母音・子音のパターンの検出³³⁾ができない欠点は持つものの、言語治療士が日常臨床の中でより手軽に言語訓練や調音機能の客観的評価を行なうことを可能にするものと考ええる。パラトグラムの型分類は、伊藤の方法⁸⁾を参考に行なった後、さらに標準型と変異型に区別を行なった。成人において一般的にみられる接触の位置や範囲と全く異なるパラトグラムを変異型として区別したことにより、対象資料各群間にみられる音節別パラトグラムの型の割合の変動(表3)から、調音発達の一面を一目に観察でき、また第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態の変化が変異型の出現減少とどのような関係にあるのかについて、標準型との比較のもとに統計学的な調査を可能にしたものと思われる。また同じ型でも音節あるいは年齢によって生じるパラトグラム各部の微細な差異は測度として計測した。このように各音節のパラトグラムの特徴を型および測度の両者を用いて表わすことにより、小児特有の舌の調音運動における大きな変化と微細な変化とを区別しながら的確にとらえることができたものと思われる。

上顎口腔石膏模型の形態解析には、規格写真を用いた。規格写真の撮影には基準平面の設定が重要であり、多くの研究者が苦心するところである³⁴⁾³⁵⁾。著者らの考案した装置は操作性が良く精度も高い¹⁸⁾ので、大量の資料の計測を必要とした本研究においては特に有用不可欠であった。

口腔形態計測の各径および測度は、口腔を音響管の一部として歯まで含めた一連の形態としてとらえること、およびパラトグラムや聴覚印象との関係をより直接的に検討できる項目であることの2点から決定し

た。そのためS状隆起の形状および歯列弓形態を定量的かつ一元的に表現する必要が生じ、それぞれS率およびnを求める計算式を考案した。その際考慮した点は、nについては肉眼的印象となるべく対応させるために頬側咬頭頂を連ねた形態で表わそうとしたこと、nおよびS率共にその測度から感覚的にその形状を想像できるようにしたこと等である。上顎口腔長径に関しては、従来パラトグラムは歯列との関連で論じられてきた¹⁰⁾²⁰⁾ので、その一端を最後臼歯とすることも考えられたが、第一大臼歯萌出過程で不連続な成長がみられることになるので鈎突起切痕にその一端をおいた。また上顎口腔幅径Wpおよびパラトグラム後部幅径W°は、歯の萌出・交換に伴う口腔の成長変化と無関係に絶対的な位置において計測した。その結果、S状隆起の形状、上顎歯列弓概形、上顎口腔長径および上顎口腔幅径が調音とどのような関係にあるのかを統計学的に明らかにし得たものと思われる。

発語明瞭度の成長変化(図4)から、その上昇の変曲点の1つが4歳後期(4b)にみられたことは興味深い。唇・顎・口蓋裂児の言語治療に際してはこの頃まで観察期間をおくことが多く、その理由の1つは調音状態の自然な変化がよくみられるからである³⁶⁾。この頃までの口腔形態は変化が小さく安定しており(表5)、パラトグラムの型の成長変化(表3)にもみられるように舌の機能の発達も大きく、スムーズに調音が発達していく時期であると思われる。4歳後期の前後からLh, Hd, Wcおよび $\angle\theta$ 等に口腔形態変化の兆候がみえ始め、その後に口腔形態変化の著しい第一大臼歯萌出および前歯交換を迎える。従って4歳後期からもう1つの変曲点である7歳後期(7b)までは舌自身の機能の発達の他に口腔形態変化とそれに対する機能の適応の時期でもあると思われる。7歳後期から8歳後期(8b)までは、発語明瞭度が僅かに減少を示したこと、この間有声無声間の混同による誤りを正答として算出した発語明瞭度は正常成人のそれを上回っていたこと等から、口腔の調音器官の成長による単音節における調音の発達はほぼ7歳後期で終了するものと思われる。

パラトグラムの型の成長に伴う変化(表3)の中でまず注目されるのは、変異型の多いことである。その中には、唇・顎・口蓋裂児の口蓋化傾向に類似した後方閉鎖型や全接触型もみられた。また同じ歯間性を示す場合でも、上顎前歯部切縁上のみに狭めを形成する者と、口腔内においても狭めと思われる接触様式を示す者がいることは、本研究において初めて報告されるも

のと思われる。次に注目されるのは、IIA5b, IIIA6bおよびIIIA8a間でみられるパラトグラムの型の割合の変化である。それまで停滞あるいは減少傾向にあった標準型の割合が、第一大臼歯萌出終了直後には/ki/, /t{a/および/na/の比較的口蓋後部に調音点を持つ音節において大きく増加し、前歯交換終了直後には/sa/, /za/および/a/の前歯部との関連が強いと言われている音節において大きく増加した。このことは第一大臼歯萌出および前歯交換という形態変化が何らかの形でパラトグラムの標準型の出現に関与していることを示唆しており、この点については統計学的な検討を行なった。

パラトグラム各型の音別明瞭度の成長変化(表4)から、パラトグラムが変異型を示すからといって音別明瞭度は必ずしも低くはなく却って高い場合が多いこと、その傾向は年齢が低い程著しいことがわかる。また変異型をO系とC系に分けて比較してみると、標準型より音別明瞭度の低い型はすべてC系であり、低年齢において高くてもある時期に逆転する型のうち最も低い年齢で逆転がみられるのはすべてC系であった。従ってO系に比較してC系の変異型は音別明瞭度が低いこと、そしてO系の変異型の音別明瞭度は標準型と比較しても高い傾向にあることがわかる。

第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態の変化がパラトグラムおよび聴覚印象の変化とどのような関係があるのかについては、その統計学的な検討から以下のことが言える(表10)。

第一大臼歯萌出に伴う口腔形態の変化とパラトグラムの関係については、萌出直前のIIA5bにおいて上顎口腔幅径Wpとパラトグラム後部幅径W°との間で、特に多くの音節との有意なかつ第一大臼歯萌出に伴う両者の変化の傾向と一致する相関関係がみられた。しかしこの関係は、萌出終了直後のIIIA6bではみられなかった。萌出直前のIIA5bは、乳歯列が完成したIIA3aより口腔形態全体の比較的安定した時期にあり(表5)、発語明瞭度に関してもIIA4bでみられる変曲点の後の上昇の穏やかな時期であった(図4)。従ってIIA5bでは舌運動が比較的安定しており、多くの音節においてWpとW°との一致がみられたものと思われる。そして、その後Wpの変化に伴いW°が変化しながら、口腔後部の大きな変化に対する適応の個人差から、萌出直後のIIIA6bにおいては有意な相関関係を見出すまでには至らない状態になったものと思われる。またS状隆起の形状を表わすS率の変化は、パラトグ

ラムの測度だけでなく型の変化というダイナミックな調音の変化にも関りを持つことが示唆された。その中には、S状隆起とは調音時に接触しない /ki/ が含まれていた。このことから、第一大臼歯萌出に伴うS状隆起の変化が、/ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置 F° の後方化や /ki/ および /pa/ の標準型の増加、すなわちそれぞれ口腔後方および前方に調音点を持つ音節の調音運動の分化を促進していることが考えられる。これは、萌出終了直後の IIIA6b において /sa/ のパラトグラムの狭めの位置 F° が S 率と有意な相関関係を示す、すなわち口腔前方に調音点を持つ音節が安定して、S状隆起という口腔前部の形態とより密接な関係を示すようになったことによっても裏づけられると思われる。逆にこの IIIA6b においては /ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置 F° と S 率の有意な相関関係がみられなくなったが、前述した W_p と W° との関係と同様、口腔後部の大きな変化に対するその付近で行なう舌の調音運動の適応の個人差によるものと思われる。一方、S状隆起との関連がいわれている /s/ は¹⁹⁾ S率のみならず前歯交換に伴う変化の大きいS状隆起の位置 L_s との関連もみられなかった。今後の検討を要するが、調音発達過程におけるS状隆起の役割は、成人の場合と異なることが考えられる。

前歯交換に伴う口腔形態の変化とパラトグラムの関係については、交換直前の IIIA6b において上顎口腔前部幅径 W_c および overjet とパラトグラムの狭めの位置 F° との間で、/sa/ および /za/ の前歯部との関連が強くいわれる摩擦音¹⁹⁾³⁷⁾ との有意なかつ前歯交換に伴う口腔形態およびパラトグラム両者の変化の傾向と一致する相関関係がみられた。しかしこの関係は、交換直後の IIIA8a ではみられなかった。また、この W_c および overjet の前歯交換に伴う変化は、やはり前歯部との関連が強くいわれている摩擦音¹⁹⁾³⁷⁾ /sa/ および /za/ のパラトグラムの標準型の増加というダイナミックな変化とも関りを持つことが示唆された。交換直前の IIIA6b は、乳歯列が完成した IIA3a より口腔前部の形態の比較的安定した時期であり、発語明瞭度に関しても穏やかな上昇の時期であった。従って IIIA6b では舌の前部の運動は比較的安定しており、前述の W_c および overjet と F° の一致がみられたものと思われる。そして、その後 W_c および overjet の変化に伴い F° が変化しながらも、口腔前部の大きな変化に対する適応の個人差およびパラトグラムの型そのものの変化により、交換直後の IIIA8a においては有意な相

関関係を見出すまでには至らない状態となったものと思われる。また交換終了直後の IIIA8a においては、上顎口腔長径 L_h と /ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置 F° との間に高度な相関関係がみられた。第一大臼歯萌出期のS状隆起の変化に伴って前述したような分化が起こり、萌出直後には不安定になっていた /ki/ の F° が、前歯交換直後までには安定してきており、その結果、上顎口腔長径すなわち硬軟口蓋移行部の位置と高度な相関関係がみられるようになったものと思われる。

ところで、パラトグラムの測度の変化において注目されるのは、第一大臼歯萌出に伴い多くの音節のパラトグラムの型において W° が大きく増加することである(表6)。その変化との関りが示唆された口腔形態の項目は、 W° に対しては上顎口腔幅径 W_p があり、多くの音の集中がみられたが、 F° に対しては上顎口腔長径 L_h 、上顎口腔前部幅径 W_c および overjet があり、特に多くの音節と関りを持つ項目がみられなかった。舌の口蓋側方部への接触は、様々な音節において舌の支えおよび呼気の側方閉鎖という一律の役割を持つ³⁸⁾ のに対して、口蓋正中付近への接触は、語音の特徴を産生するという役割から音節により様々な条件を必要とするため、調音点とある程度対応すると思われる F° は音節により口腔形態との関係が異なることを反映しているものと思われる。

次に口腔形態と音別明瞭度の関係については、パラトグラムとの関連がみられた上顎口腔幅径 W_i 、S状隆起の形状を表わすS率、上顎口腔前部幅径 W_c および overjet との関連は、第一大臼歯萌出および前歯交換のいずれの時期においてもみられなかった。注目されるのは、第一大臼歯萌出終了直後および前歯交換直前の IIIA6b における上顎口腔長径 L_h と通鼻音 /n/ および /ɲ/ の音別明瞭度との間と、前歯交換終了直後の IIIA8a における L_h と /ɲ/ の音別明瞭度との間に有意なかつ第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態および音別明瞭度両者の変化の傾向と一致した相関関係がみられたことである。このことは、通鼻音 /n/ および /ɲ/ の音別明瞭度の上昇に上顎口腔長径の成長が関与しているものと考えられる。東(1966)⁵⁾ は、7~9歳頃に硬口蓋部の急激な成長があることを報告しており、本研究での上顎口腔長径 L_h の増加の時期と一致している。そして、この時期の硬口蓋部の前後方向への成長により適切な音響管が形成され、通鼻音 /n/ および /ɲ/ の音別明瞭度の上昇をもたらした

ものと思われる。音響学的に通鼻音は、舌と口蓋による閉鎖帯の後縁から声道の鼻腔への分岐点までの長さが重要である³⁹⁾と言われていることとも一致する。

以上を総括すると、小児の調音発達は、第一大臼歯萌出および前歯交換という口腔形態の大きな変化に対して、舌運動の変化・動揺と適応・安定とを繰り返しながら進んでいくものと思われる。しかし、口腔形態の変化と舌運動の変化との相関関係から、舌運動は上顎口腔幅径・高径および口腔前部の形態とは有意な相関関係が多くみられたが、口腔長径とはほとんどみられなかった。このことは、舌は非常に柔軟な機能を持つ器官であるが、その機能にも限界があり、特に前後的位置関係についてその制約が大きいことを示すものと思われる。また表 10 より、口腔形態の変化に伴う舌運動の変化は、そのまま同じ音の音別明瞭度の変化に結びついてはいなかった。従って、舌の調音機能の個人差のために口腔形態との相関関係を見出すまでには至らなかった音別明瞭度の中にも、本研究でみられた通鼻音 /n/ および /ŋ/ のように、その上昇のためには形態の変化を待たなければならないものがあるものと推察される。

結 論

本研究は、パラトグラム、聴覚印象および口腔形態計測によって、正常児の調音発達過程でみられる特徴を観察し、さらに第一大臼歯萌出および前歯交換に伴う口腔形態変化と調音発達との関係を統計学的に検討したものである。得られた結論は以下の通りである。

1) 発語明瞭度の成長変化は、3歳前期から4歳後期まで大きな上昇を示し、その後は7歳後期まで小さな上昇が続き、7歳後期から8歳後期までは上昇がみられなかった。7歳後期における有声無声間の混同による誤りを正答として算出した発語明瞭度は正常成人の値を上回っていた。

2) 正常児のパラトグラムの型を、閉鎖帯の有無によって2系8型に分類した。閉鎖帯非形成型(O系)には、前方開放型(型 Of)、側方開放型(型 Oi)および後方開放型(型 Ob)と歯間性を示す完全歯間型(型 OI)および不完全歯間型(型 Oi)が含まれる。型 Of、型 Oi、型 OI および型 Oi は /sa/、/za/ および /ʃa/ に、型 Ob は /i/、/çə/ および /ki/ にみられた。閉鎖帯形成型(C系)には、前方閉鎖型(型 Cf)、全接触型(型 Ca)および後方閉鎖型(型 Cb)が含まれる。型 Cf は /ra/、

/ta/、/tʃa/、/tsu/、/na/、/ŋa/、/sa/ および /za/ に、型 Ca は /ta/、/tʃa/、/tsu/、/na/ および /ŋa/ に、型 Cb は /ki/、/na/ および /ŋa/ にみられた。

3) パラトグラムの8型のうち、/i/、/çə/ および /ki/ の型 Ob、/ra/、/ta/、/tʃa/、/tsu/、/na/ および /ŋa/ の型 Cf、/sa/、/za/ および /ʃa/ の型 Of を標準型、それ以外を変異型とした。変異型は、/ki/、/ta/、/tʃa/ および /tsu/ に1型、/na/ および /ŋa/ に2型、/ʃa/ に3型、/sa/ および /za/ に4型みられた。

4) パラトグラムの型は、第一大臼歯萌出終了直後 /ki/、/tʃa/ および /ŋa/ の標準型の割合が、前歯交換終了直後 /sa/、/za/ および /ʃa/ の標準型の割合が大きく増加していた。

5) 各音節のパラトグラム各型の音別明瞭度は、成長に伴い上昇がみられた。また、標準型に比較して同じ音節の変異型の方が音別明瞭度の高い場合が多く、低年齢程それが著しかった。

6) 第一大臼歯萌出に伴ってみられる口腔形態の変化は、上顎口腔長径、上顎口腔幅径、上顎歯列弓概形およびS状隆起の形状において著しく、それぞれ上顎口腔長径の変化は /ts/、/n/ および /ŋ/ の音別明瞭度の変化に、上顎口腔幅径の変化は /i/、/çə/、/tʃa/、/tsu/、/sa/ および /za/ のパラトグラムの後部幅径の変化に、上顎歯列弓概形の変化は /ç/ の音別明瞭度の変化に、S状隆起の形状の変化は /ki/ および /ŋa/ のパラトグラムの標準型の増加と /ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置および /ʃa/ のパラトグラムの狭めの位置の変化に、関係があるものと考えられた。

7) 前歯交換に伴う口腔形態の変化は、上顎口腔長径、上顎口腔高径、上顎口腔前部幅径、S状隆起の位置および overjet において著しく、それぞれ上顎口腔長径の変化は /ki/ のパラトグラムの閉鎖帯前縁の位置の変化と /n/ および /ŋ/ の音別明瞭度の変化に、上顎口腔高径の変化は /na/ のパラトグラムの後部幅径の変化と /tʃ/ の音別明瞭度の変化に、上顎口腔前部幅径の変化は /ʃa/ のパラトグラムの標準型の増加と /sa/ および /za/ のパラトグラムの狭めの位置の変化に、S状隆起の位置の変化は /ŋ/ の音別明瞭度の変化に、overjet の変化は /za/ のパラトグラムの標準型の増加と /sa/ のパラトグラムの狭めの位置の変化に、関係があるものと考えられた。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った東北大学歯学部口腔外科学第二講座・手島貞一教授に深甚なる感謝の意を表します。

併せて、本研究に際し種々の御教示を頂いた東北大学歯学部小児歯科学講座・神山紀久男教授、歯科補綴学第二講座・鹿沼晶夫教授および国立身体障害者リハビリテーションセンター学院・山下真司教官に深い感謝の意を表します。

また、御便宜と御協力を頂きました青葉保育園、白百合小学校および東北大学歯学部口腔外科学第二講座の皆様にお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 田中美郷：小児の言語発達一(第1報)発音の発達とその検査法の検討一、耳喉 **36**: 5-10, 1964.
- 2) 村田孝次：幼児のことばと発音、培風館、東京、1970, pp. 117-221.
- 3) 大和田健次郎、中西靖子：幼児のことばの発達(6)一構音の恒常性と完成順位一、耳喉 **43**: 183-193, 1971.
- 4) 伏見泰子、長沢泰子、松本治雄：構音発達の予測性(文献考察)、国立特殊教育総合研究所研究紀要 **1**: 101-113, 1974.
- 5) 東 文生：構音機構の年齢的発達に関する研究、耳鼻臨床 **59**: 105-132, 1959.
- 6) Itoh, H. and Hiki, S.: Observation of personal characteristics of lingual articulation by use of electro-palatography. J. Acoust. Soc. Am. **61**: S 31, 1977.
- 7) 伊藤秀美、比企静雄：子供の口蓋の形態と舌の調音の特徴一電気的パラトグラフィによる観察一、音声研究会資料 **S77-77**: 1-8, 1978.
- 8) 伊藤秀美：パラトグラムと口蓋形態との関係、歯基礎誌 **22**: 550-575, 1980.
- 9) 懸田克躬：日本語の構音に関する考察 第一：日本語の口蓋ならびに舌図について、口病誌 **11**: 136-145, 1937.
- 10) 荒井賢一：パラトグラムによる日本語調音の生理学的研究 第二篇 異常篇、歯科学報 **58**: 1-7, 1958.
- 11) Miyawaki, K., Kiritani, S., Tatsumi, I.F., and Fujimura, O.: Palatographic observation of VCV articulations in Japanese. Annual Bulletin **8**: 51-58, 1974.
- 12) 大井基道：口蓋裂における構音異常の研究、第1編：パラトグラムについて、歯科学報 **11**: 1-18, 1972.
- 13) 伊藤秀美、根本一男：電気的パラトグラフによる舌の調音と口蓋形態に関する基礎的研究一単音節について一、補綴誌 **22**: 580-598, 1978.
- 14) 中原寛子、手島貞一、伊藤秀美、山下真司：唇・顎・口蓋裂術児の口腔形態と調音との関係、国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要 **3**: 33-40, 1982.
- 15) 降矢宜成：言語障害の語音発語明瞭に関する研究、日耳鼻 **61**: 1923-1948, 1958.
- 16) 山下真司、伊藤秀美、石沢優子、中嶋あつ子、中原寛子、渡辺美代子：聴覚印象の客観的評価に関する1考察、音声言語医学 **22**: 50-51, 1981.
- 17) Hellman, M.: Changes in the human face brought about by development. Int. J. Orthodont & Oral Surg. **13**: 475-516, 1927.
- 18) 中原寛子、手島貞一、伊藤秀美、小幡充男、島田平八：口腔模型形態解析のためのモアレ縞結像撮影装置および基準平面設定装置の試作、東北大歯誌 **1**: 105-110, 1983.
- 19) Tanaka, H.: Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. J. Prosthet. Dent. **29**: 16-28, 1973.
- 20) 森田啓一：正常者のパラトグラム、口病誌 **34**: 279-309, 1967.
- 21) 桐谷 滋、比企静雄：ダイナミック・パラトグラフィとその応用、日本音響学会誌 **32**: 335-342, 1976.
- 22) 山下真司、井野朝二、船山美奈子、柴田貞雄：脳性マヒ児の舌構音運動の特徴とその改善傾向一ダイナミック・パラトグラムによる構音訓練の結果、聴覚言語障害 **6**: 105-115, 1977.
- 23) 須藤路子、桐谷 滋、吉岡博英：日本語母音間 /r/ の調音一エレクトロ・パラトグラフィによる観測一、音声研究会資料 **S82-30**: 233-238, 1982.
- 24) 中原寛子、手島貞一、山口 泰、松田耕策、伊藤秀美、鈴木峰郎、石沢優子：パラトグラフィ利用による舌切除後の言語機能の改善例：みちのく歯学誌 **13**: 100-103, 1982.
- 25) 鈴木規子、岡崎恵子、山下夕香里、加藤正子：口蓋裂の検査と構音診断法、昭和54年度厚生省心身障

- 害研究報告書：57-72, 1979.
- 26) 岡崎恵子, 鈴木規子, 加藤正子, 山下夕香里：ダイナミック・パラトグラフィーによる構音訓練の手引き—口蓋裂の場合—, 昭和55年度厚生省心身障害研究報告書：71-78, 1980.
 - 27) 鈴木規子, 道 健一, 高橋正行, 片寄清敬, 山下夕香里, 上野 正：ダイナミック・パラトグラフィーによる口蓋裂術後患者の構音運動様式に関する研究—歯音・歯頸音における接触パターン分類の試み—, 日口蓋誌 5: 162-179, 1980.
 - 28) 岡崎恵子, 佐藤美子, 鬼塚卓弥, 赤川徹弥：口蓋裂言語における口蓋化傾向, 聴覚言語障害 4: 8-15, 1975.
 - 29) 山下夕香里, 鈴木規子, 道 健一, 上野 正：口蓋裂術後患者にみられた側音化構音に関する研究—ダイナミックパラトグラフィーを応用した舌運動様式の観察—, 日口蓋誌 6: 8-29, 1981.
 - 30) 福迫陽子, 沢島政行, 阿部雅子：口蓋裂術後の言語症状の経過—1~3歳手術例について—, 音声言語医学 15: 37-46, 1974.
 - 31) 柴田貞雄, 井野朝二, 山下真司：エレクトロパラトグラフによる構音訓練法, リオン株式会社, 東京, 1979, pp. 24-41.
 - 32) 山下真二, 柴田貞雄, 伊藤秀美：口腔形態の異常と構音の関係について, 音声研究会資料 S 80-77: 599-606, 1981.
 - 33) 伊藤秀美：電氣的パラトグラフによる舌の調音と口蓋形態に関する基礎的研究—「桜の花が咲きました」—, 補綴誌 27: 221-235, 1983.
 - 34) Bloomer, H.H. and Arbor, A.: A palatograph for contour mapping of the palate. J. Am. Dent. Assoc. 30: 1056-1058, 1943.
 - 35) 向井 敏, 竹井哲司, 宮澤富雄, 丸山壽夫, 仲村博紀, 佐藤義博：我が教室で考案せる口蓋モアレ写真撮影のための基準面設定器について, 日大歯学 51: 281-283, 1977.
 - 36) 岡崎恵子：口蓋裂の治療(2)早期手術例における言語管理, 口蓋裂講習会(I)テキスト, 日本聴能言語士協会, 1979, 78-82.
 - 37) 田中巳三男：小児歯科領域における音声学的研究, 歯科月報 33: 331-373, 1959.
 - 38) Lawson, W.A. and Bond, E.K.: Speech and its relation to dentistry. The Dental Practitioner and Dental Record 19: 113-118, 1968.
 - 39) 藤村 靖：音声科学, 東京大学出版会, 東京, 1972, pp. 144-146.